

## Method of all-round scanning a material defect by means of a switched array with high-frequency signal processing

**Patent number:** DE3236017  
**Publication date:** 1984-03-29  
**Inventor:** SCHMITZ VOLKER (DE)  
**Applicant:** FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)  
**Classification:**  
- international: G01N29/06; G01N29/11; G01N29/26; G01S7/52;  
G01N29/04; G01N29/06; G01N29/26; G01S7/52; (IPC1-7); G01N29/04  
- european: G01N29/06C; G01N29/11; G01N29/26E; G01S7/52S2B  
**Application number:** DE19823236017 19820929  
**Priority number(s):** DE19823236017 19820929

**Report a data error here**

### Abstract of DE3236017

The invention relates to a method of all-round scanning a material defect by means of a switched array with high-frequency signal processing to detect defects in materials by means of ultrasound, in which method a) an array test head is switched in different positions, b) the transit time is measured, c) allowing for the specific sound velocity, d) the amplitudes of the signals are measured and e) the intensity is determined from said signals and the intensity distribution is displayed, for example, on a display screen. This method makes it possible to describe the edges of voluminous or crack-type defects.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑪ Patentschrift  
DE 3236017 C2

⑫ Aktenzeichen: P 32 36 017.7-52  
⑬ Anmeldetag: 29. 9. 82  
⑭ Offenlegungstag: 29. 3. 84  
⑮ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 31. 10. 84

⑯ Int. Cl. 3:  
G 01 N 29/04

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑰ Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

⑱ Erfinder:

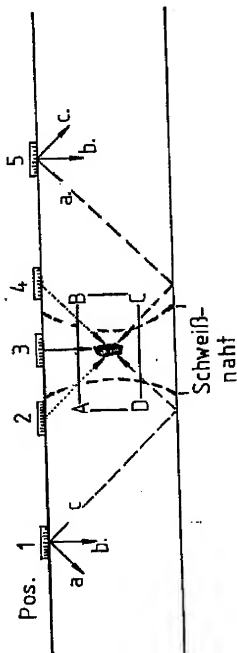
Schmitz, Volker, 6600 Saarbrücken, DE

⑳ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS 30 10 293  
DE-DS 29 21 469  
DE-Z.: Fachberichte Hütten-Praxis Metallweiter-  
verarbeitung, 18. Jhg., H.8/80, S.582-588;  
DE-Z.: Materialprüfung, 19, 1977, Nr.7, Juli;

㉑ Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes

DE 3236017 C2



| Position | Wellenart | Einschallrichtung | Rückwandreflektion |
|----------|-----------|-------------------|--------------------|
| 1        | trans.    | c. = + 45°        | ja                 |
| 2        | trans.    | c. = + 45°        | nein               |
| 3        | long.     | b. = 0°           | nein               |
| 4        | trans.    | a. = - 45°        | nein               |
| 5        | trans.    | a. = - 45°        | ja                 |

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes, bei dem mittels einer Anordnung von entlang der Schnittlinie zwischen der Werkstückoberfläche und der im rechten Winkel zu dieser verlaufenden Einschallebene geführten Ultraschallwandlern unter einer Vielzahl von vorbestimmbaren Abstrahlrichtungen von vorgegebenen Positionen ausgehend Ultraschallimpulse zur Erzeugung eines B-Bildes in das zu prüfende Werkstück eingeschallt werden und bei dem nach Erfassung der Amplituden und Laufzeiten der unterschiedlichen Wege in Werkstück durchlaufenden Echosignale die Laufzeiten gemessen und aufgeschrieben werden, dadurch gekennzeichnet, daß

- für jede Position der Ultraschallwandleranordnung durch Ändern der Ansteuerung seines Arrayprüfkopfes die Abstrahlrichtung variiert wird und die aus der jeweiligen Richtung empfangenen Echosignale als hochfrequente und demodulierte Signale erfaßt und als positive und/oder negative Amplitudenwerte in einem ersten Speicher gespeichert werden, daß
- zur Fehlerandruckonstruktion für jede vorgegebene Position der Ultraschallwandleranordnung für alle vorgegebenen Abstrahlrichtungen die möglichen Laufzeiten für den Hin- und Rückweg zu allen Orten innerhalb eines in der Einschallebene liegenden Fehlererwartungsbereiches unter Berücksichtigung der an der Werkstück-Rückwand möglichen Reflexionen berechnet werden und die bei gleichen Meßbedingungen gemessene Laufzeit über Laufzeitvergleich dem jeweiligen Reflexionsort zugeordnet wird, daß
- jedem Ort des Fehlererwartungsbereiches ein Speicherplatz eines zweiten Speichers zugeordnet wird, daß
- die von jedem Reflexionsort im Fehlererwartungsbereich in die jeweiligen Empfangsorte der Ultraschallwandleranordnung bei den verschiedenen Positionen und Abstrahlrichtungen reflektierten und im ersten Speicher gespeicherten hochfrequenten und demodulierten Echosignale in einem dem jeweiligen Ort zugeordneten Speicherplatz des zweiten Speichers aufsummiert werden und daß
- nach dem Abspeichern und Aufsummieren der an mehreren Positionen empfangenen Echosignale im zweiten Speicher der Inhalt dieses Speichers als Intensitätsverteilung entsprechend der Zuordnung der Speicherplätze zu den Orten des Fehlererwartungsbereiches auf einer Bildanzeigeeinrichtung wiedergegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Position drei Abstrahlrichtungen mit Winkeln von  $+45^\circ$ ,  $0^\circ$  und  $-45^\circ$  bezüglich des Lotes auf die Werkstückoberfläche vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die bei der senkrechten Abstrahlrichtung erzeugten Longitudinalwellen deren höhere Schallgeschwindigkeit bei der Laufzeitberechnung

für die Wege zum Fehlererwartungsbereich berücksichtigt wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen eines Werkstückes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einem derartigen, aus der DE-OS 29 21 469 bekannten Verfahren werden die Ultraschallwandler nacheinander an einen Impulsgenerator angeschlossen und die jeweiligen Ultraschallechosignale einer Signalaufbereitungsschaltung zugeführt, in der ein Schwellwertdetektor vorgesehen ist, der dann anspricht, wenn die Amplitude des gleichgerichteten hochfrequenten Echosignals einen vorher festgelegten Schwellenwert übersteigt. Die für solche Echosignale berechneten Laufzeiten werden für die Berechnung einer axialen Siratigraphie oder Tomographie verwendet, um schließlich aus den Laufzeitprofilen eine Abbildung der Spannungsanhäufungen in dem geprüften Werkstück zu erhalten.

Es ist allgemein bekannt, daß Fehler in Schweißnähten, im ferritischen oder austenitischen Grundmaterial von Rohrleitungssystemen, Pumpengehäusen, Behältern, Halbzugzeugen oder sonstigen Komponenten zerstörungsfrei mit Ultraschallwellen im Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 10 MHz geprüft werden. Je nach Fehlerorientierung werden hierbei entweder senkrecht Longitudinalwellen oder unter verschiedenen Einschallwinkeln, beispielsweise  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  und  $70^\circ$ , Transversalwellen eingeschallt. Im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung von Reaktorkomponenten wird bisher ein Multiprüfkopfsystem eingesetzt, das verschiedene Prüfköpfe in unterschiedlichen Funktionen, d.h. Impulschock, Impulschock über einen halben Sprung bzw. in Tandemanordnung, einsetzt. Der Grund für diese verschiedenen Prüfmöglichkeiten liegt darin, daß unterschiedlich werden muß, ob ein Fehler ribartig bzw. voluminös ist und andererseits eine Fehlergrößenbestimmung von voluminösen Fehlern nur dann erfolgen kann, wenn dieser Einschuß nicht nur von der Oberfläche aus unmittelbar eingeschallt wird, sondern auch über die Reflexion an der Rückwand von der Unterseite her. Die Auswertung all dieser Prüfmöglichkeiten erfolgt bei den bekannten üblichen Verfahren getrennt, wobei aus der Messung der empfangenen Amplitude des gleichgerichteten Echosignals auf die Fehlergröße zurückgeschlossen wird und aus der Kombination der verschiedenen Prüfmöglichkeiten auf die Fehlerart, wie ribartig senkrecht zur Oberfläche oder auch voluminös.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum zerstörungsfreien Prüfen zu schaffen, das es gestattet, die Form eines im Werkstoff eingeschlossenen Fehlers mit hoher Auflösung sichtbar zu machen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung gestattet es in vorteilhafter Weise, einerseits das Vielfachprüfkopfsystem, das aus bis zu 10 verschiedenen Prüfköpfen und mehr bestehen kann, durch einen einzigen Ultraschallwandler mit einem Arrayprüfkopf zu ersetzen. Der Arrayprüfkopf des Ultraschallwandlers wird so angesteuert, daß dieser die verschiedenen Prüfkopf Funktionen übernehmen kann. Von besonderem Vorteil ist es, daß bei der Erfindung eine veränderte Signalverarbeitung stattfindet, bei der nicht

las gleichgerichtete Signal, sondern das ursprüngliche hochfrequente Signal registriert und phasenrichtig unabhängig von der Prüffunktion und der Prüftart zum Fehlerbild aufaddiert wird, wodurch eine bisher noch nicht erzielbare Fehlerandbeschreibung voluminöser und ribartiger Fehler mit einem axialen und lateralen Auflösungsvermögen von 1 Ultraschallwellenlänge ermöglicht wird.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Figur der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert.

Der als Arrayprüfkopf ausgebildete Ultraschallwandler wird mittels eines üblichen Manipulators entlang der Oberfläche des zu prüfenden Werkstückes bewegt. Unter der Annahme, daß das zu prüfende Gebiet, d. h. der Fehlererwartungsbereich, sich im in der Zeichnung veranschaulichten Bereich *ABCD* befindet, wird der Prüfkopf in Position 1 derart getaktet, d. h. mit Taktpulsen angesteuert, daß unter  $+45^\circ$ , d. h. in Richtung *c* eine Transversalwelle abgestrahlt wird. Diese beschallt nach einer Reflexion an der Rückwand ( $1/2$  Sprung) einen im Gebiet *ABCD* vorhandenen Fehler von unten. Das reflektierte Signal wird wiederum an der Rückwand reflektiert und das Fehlerechosignal schließlich vom Prüfkopf in Pos. 1 empfangen.

Befindet sich der Prüfkopf in Pos. 2, so wird ebenfalls unter  $45^\circ$ , d. h. in Richtung *c* eine Transversalwelle abgestrahlt, die jedoch jetzt das fehlerhafte Gebiet, d. h. den Fehlererwartungsbereich, unmittelbar beschallt. Das reflektierte Signal wird wiederum vom Prüfkopf in Pos. 2 empfangen. In Pos. 3 befindet sich das fehlerhafte Gebiet senkrecht unter dem Prüfkopf. Daher wird nun das Array derart beschallt, daß es senkrecht, d. h. in Richtung *b* Longitudinalwellen abstrahlt, die wiederum reflektiert zum Prüfkopf zurückgelangen. Aufgrund der höheren Schallgeschwindigkeit der Longitudinalwelle im Vergleich zur Transversalwelle entstehen kürzere Laufzeiten, die bei der Fehlerrekonstruktion softwaremäßig automatisch berücksichtigt werden. In Pos. 4 werden unter  $-45^\circ$ , d. h. in Richtung *a* Transversalwellen abgeschallt, die nach direkter Reflexion an der Rückwand den Fehlererwartungsbereich beschallen. Über den gleichen Weg wird das Echosignal wieder empfangen. Die hochfrequenten Echosignale werden nun entweder mittels eines linearen Vorverstärkers über einen logarithmischen Verstärker zur Dynamikkompression vorverstärkt und gelangen über einen Transientenrekorder auf ein Speichermedium eines Computers, das entweder eine Platte oder ein Magnetband sein kann.

Zur Fehlerandrekonstruktion wird nun in einem zweiten Schritt von Prüfkopfposition 1 aus die Laufzeit über die Reflexion an der Rückwand zu jedem Punkt des Gebietes *ABCD* berechnet und die entsprechende Amplitude des gespeicherten Hochfrequenzsignals zu jedem entsprechenden Speicherplatz abgelegt. Hierbei wird die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenart, in diesem Falle Transversalwellen, automatisch berücksichtigt. In Pos. 2 wird die Laufzeit auf direktem Weg zu jedem Punkt des Fehlererwartungsbereichs *ABCD* berechnet und die entsprechenden Amplituden zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddiert. Auch hier wird die Schallgeschwindigkeit der Transversalwelle eingesetzt. In Pos. 3 hingegen muß die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Longitudinalwelle berücksichtigt werden, um die korrekten Amplitudenwerte des Hochfrequenzsignals zu den entsprechenden Speicher-

plätzen hinzuaddieren zu können. In Pos. 4 und Pos. 3 wird ähnlich zu Pos. 2 und Pos. 1 die Berechnung durchgeführt. Bei allen Prüfkopfpositionen 1 bis 5 kann zur Verringerung der Rechenzeiten die Begrenzung des Schallbündels berücksichtigt werden, da es vorkommen kann, daß an bestimmten Prüfkopfpositionen nicht das gesamte Gebiet *ABCD* sondern nur Teile davon beschallt werden. Die Positionen 1 bis 5 stehen stellvertretend für größere Bereiche, während der eine Prüfkopf aufrechterhalten werden kann, z. B. Pos. 1 mit der Prüfkopfart Richtung *c* kann so lange verschoben werden, wie das von der Rückwand reflektierte Signal das Gebiet *ABCD* beschallt. Entsprechendes gilt für die Positionen 2 bis 5. Selbstverständlich kann auch von der gleichen Prüfkopfposition nicht nur eine Prüfkopfart, sondern alle möglichen Prüfkopfarten erzeugt werden. In dem beschriebenen Beispiel waren es  $-45^\circ$ ,  $0^\circ$  und  $+45^\circ$ . Die beschriebene Methode ist jedoch auch anwendbar für alle anderen möglichen Winkel im Bereich von  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$ .

Nachdem sämtliche gespeicherte Signale ausgewertet worden sind, erfolgt im Bereich *ABCD* eine Umwandlung der hochfrequenten Fehlersignale in Videosignale, d. h. in Intensitäten nach an sich bekannter Art. Das Ergebnis ist eine Intensitätsverteilung, die den Rand eines Werkstofffehlers exakt beschreibt. Aufgrund der beschriebenen Auswertung der hochfrequenten Signale ist die Fehlerbeschreibung automatisch verbunden mit einem lateralen und axialen Auflösungsvermögen von 1 Ultraschallwellenlänge.

Ebenfalls von Vorteil ist die Eigenschaft der hochfrequenten Signalmittlung, die dadurch entsteht, daß viele hochfrequente Signale in den entsprechenden Speicherplätzen aufsummiert werden, bevor sie in Intensitäten umgewandelt werden. Hierdurch ist die beschriebene Methode nicht nur für schwach streuende Materialien, wie Ferrite, sondern auch für stark streuende bzw. absorbierende Materialien, wie Austenite bzw. Gußmaterial, besonders geeignet.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 32 36 017.7  
22 Anmeldetag: 29. 6. 82  
23 Offenlegungstag: 23. 3. 84

DE 32 36 017 A 1

71 Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

72 Erfinder:  
Schmitz, Volker, 6600 Saarbrücken, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 84 Verfahren zur Rundumtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array bei hochfrequenter Signalverarbeitung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rundumabtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array bei hochfrequenter Signalverarbeitung zur Ermittlung von Fehlern in Werkstoffen mittels Ultraschall, wobei a) ein Array-Prüfkopf in verschiedenen Positionen getaktet wird, b) die Laufzeit gemessen wird, c) unter Berücksichtigung der speziellen Schallgeschwindigkeit, d) die Amplituden der Signale gemessen werden, e) aus diesen Signalen die Intensität ermittelt und die Intensitätsverteilung z. B. auf einem Bildschirm wiedergegeben wird. Mit Hilfe des Verfahrens ist es möglich, die Ränder von voluminösen oder rissartigen Fehlern zu beschreiben.

DE 32 36 017 A 1

1.)

Verfahren zur Rundumabtastung eines Werkstofffehlers mittels getaktetem Array und hochfrequenter Signalverarbeitung dadurch gekennzeichnet, daß

- a) ein Array-Prüfkopf an verschiedenen Prüfkopfpositionen zu verschiedenen Prüffunktionen getaktet wird,
- b) daß die Laufzeit entsprechend der Prüffunktion zu dem fehlerhaften Gebiet bzw. über die Reflexion an der Rückwand zu dem fehlerhaften Gebiet hin und zurück berechnet wird,
- c) daß die unterschiedliche Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenarten Transversalwelle bzw. Longitudinalwelle automatisch berücksichtigt wird,
- d) daß die Amplituden der gespeicherten hochfrequenten Signale entsprechend den berechneten Laufzeiten für alle Punkte eines fehlerhaften Gebietes und für alle Prüfkopfpositionen auf zugeordnete Speicherplätze aufaddiert werden,
- e) daß aus diesen so gebildeten Signalen nach bekannter Art das Video-Signal bzw. die Intensität gebildet wird,
- f) daß die Intensitätsverteilung wiedergegeben auf einem Bildschirm bzw. Plotter eine exakte Rundumbeschreibung eines Werkstofffehlers bzw. einer Ansammlung von Werkstofffehlern wiedergibt.

- 2.) d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß wahlweise Transversalwellen - bzw. Longitudinalwellen erzeugt werden können,

- 3.) da durch gekennzeichnet, daß nicht nur ein Linearverstärker als Vorverstärker eingesetzt werden kann, sondern zur Dynamikkompensation auch logarithmische Verstärker verwendet werden können,
- 4.) da durch gekennzeichnet, daß von einer Prüfkopfposition nicht nur eine Prüfkopf Impuls echo unter verschiedenen Winkeln bzw. auch unter verschiedenen Winkeln nach Reflexion über die Rückwand wahlweise erzeugt werden können, sondern daß auch von einer festen Prüfkopfposition beliebig viele Prüfköpfe abgestrahlt werden können,
- 5.) da durch gekennzeichnet, daß das zu prüfende Bauteil nicht notwendigerweise eben sein muß, sondern daß es auch aus gekrümmten Oberflächen bestehen kann und daß die Wanddicke des zu prüfenden Bauteils nicht notwendigerweise planparallel sein muß, sondern daß sich die Wandstärke auch stetig ändern kann



29 08 82  
Fraunhofer-Gesellschaft - 3 -  
zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Leonrodstraße 54, 8000 München 19

3236017  
82/15652

VERFAHREN ZUR RUNDUMABTASTUNG EINES WERKSTOFFEHLERS MITTELS  
GETAKTETEM ARRAY BEI HOCHFREQUENTER SIGNALVERARBEITUNG

Fehler in Schweißnähten, im ferritischen oder austenitischen Grundmaterial von Rohrleitungssystemen, Pumpengehäusen, Behältern, Halbzeugen oder sonstigen Komponenten werden zerstörungsfrei mit Ultraschallwellen im Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 10 MHz geprüft. Je nach Fehlerorientierung werden hierbei entweder senkrecht Longitudinalwellen oder unter verschiedenen Einschallwinkeln 45°, 60°, 70° Transversalwellen eingeschallt. Besonders im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung von Reaktorkomponenten wird ein Multiprüfkopfsystem eingesetzt, das verschiedene Prüfköpfe in unterschiedlichen Funktionen, d.h. Impulsecho, Impulsecho über einen halben Sprung bzw. in Tandemanordnung durchtaktet. Der Grund für diese verschiedenen Prüffarten liegt darin, daß unterschieden werden muß, ob ein Fehler rißartig bzw. voluminös ist, und andererseits, eine Fehlergrößenbestimmung von voluminösen Fehlern nur dann erfolgen kann, wenn dieser Einschuß nicht nur von der Oberfläche aus unmittelbar angeschallt wird, sondern auch über die Reflexion an der Rückwand von der Unterseite her. Die Auswertung all dieser Prüffunktionen erfolgt bisher getrennt, wobei aus der Messung der empfangenen Amplitude des gleichgerichteten Signales auf die Fehlergröße zurückgeschlossen wird, und aus der Kombination der verschiedenen Prüffunktionen auf die Fehlerart, wie rißartig senkrecht zur Oberfläche oder auch voluminös.

Die Erfindung betrifft eine Methode, die es gestattet, einerseits das Vielfachprüfkopfsystem, das aus bis zu 10 verschiedenen Prüfköpfen und mehr bestehen kann, zu ersetzen durch einen einzigen Prüfkopf, der taktbar ist in all diesen verschiedenen Prüfkopffunktionen, und eine

- 2 -  
- 4 -

veränderte Signalverarbeitung, bei der nicht das gleichgerichtete Signal, sondern das ursprüngliche hochfrequente Signal registriert und phasenrichtig unabhängig von der Prüffunktion und der Prüffart zum Fehlerbild aufaddiert wird, wodurch eine bisher noch nicht erzielbare Fehler-  
randbeschreibung voluminöser und rißartiger Fehler mit einem axialen und lateralen Auflösungsvermögen von 1 Ultraschallwellenlänge ermöglicht wird.

Das Arrayprüfkopf wird mittels eines üblichen Manipulators entlang der Oberfläche des zu prüfenden Bauteiles bewegt. Unter der Annahme, daß das zu prüfende Gebiet sich im Bereich ABCD der Abb.1 befindet, wird der Prüfkopf in Pos. 1 derart getaktet, daß unter  $+45^\circ$ , d.h. in Richtung c) eine Transversalwelle abgestrahlt wird, derart, daß sie nach Reflexion an der Rückwand (1/2 Sprung) einen im Gebiet ABCD vorhandenen Fehler von unten her beschallt, das reflektierte Signal wird wiederum an der Rückwand reflektiert und das Fehlersignal vom Prüfkopf in Pos.1 empfangen.

Befindet sich der Prüfkopf in Pos.2, so wird ebenfalls unter  $+45^\circ$ , d.h. in c)-Richtung eine Transversalwelle abgestrahlt, die jedoch jetzt das fehlerhafte Gebiet unmittelbar beschallt. Das reflektierte Signal wird wiederum vom Prüfkopf in Pos. 2 empfangen. In Pos. 3 befindet sich das fehlerhafte Gebiet senkrecht unter dem Prüfkopf. Daher wird nun das Array derart beschaltet, daß es senkrecht, d.h. in b)-Richtung Longitudinalwellen abstrahlt, die wiederum reflektiert zum Prüfkopf zurückgelangen. Aufgrund der höheren Schallgeschwindigkeit der Longitudinalwelle im Vergleich zur Transversalwelle entstehen kürzere Laufzeiten, die bei der Fehlerrekonstruktion softwaremäßig automatisch berücksichtigt werden. In Pos.4 wird unter  $-45^\circ$ , d.h. in a)-Richtung Transversalwellen abgeschallt, die nach direkter Reflexion an der Rückwand

29-09-62

3236017

- 8 -  
- 5 -

beschallt und über den gleichen Weg das Fehlerecho wieder empfangen. Die hochfrequenten Fehler signale werden nun entweder mittels eines linearen Vorverstärkers oder über einen logarithmischen Verstärker zur Dynamikkompression vorverstärkt und gelangen über einen Transientenrekorder auf ein Speichermedium eines Computers, das entweder eine Platte oder ein Magnetband sein kann.

Zur Fehlerrekonstruktion wird nun in einem zweiten Schritt von Prüfkopfposition 1 aus die Laufzeit über die Reflexion an der Rückwand zu jedem Punkt des Gebietes ABCD berechnet und die entsprechende Amplitude des gespeicherten HF-Signales auf einem entsprechenden Speicherplatz abgelegt. Hierbei wird die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Wellenart, in diesem Falle Transversalwellen, automatisch berücksichtigt. In Pos. 2 wird die Laufzeit auf direktem Weg zu jedem Punkt des Gebietes ABCD berechnet und die entsprechenden Amplituden zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddiert. Auch hier wird die Schallgeschwindigkeit der Transversalwelle eingesetzt. In Pos. 3 hingegen muß die Schallgeschwindigkeit der erzeugten Longitudinalwelle berücksichtigt werden um die korrekten Amplitudenwerte des HF-Signales zu den entsprechenden Speicherplätzen hinzuaddieren zu können. In Pos. 4 und Pos. 5 wird ähnlich zu Pos. 2 und Pos. 1 die Berechnung durchgeführt. Bei allen Prüfkopfpositionen 1 - 5 kann zur Verringerung der Rechenzeiten die Begrenzung des Schallbündels berücksichtigt werden, da es vorkommen kann, daß an bestimmten Prüfkopfpositionen nicht das gesamte Gebiet ABCD, sondern nur Teile davon, beschallt werden. Die Positionen 1 bis 5 stehen stellvertretend für größere Bereiche, während der eine Prüfkopf aufrecht erhalten werden kann, z.B. Pos. 1 mit der Prüfkopf c) kann solange verschoben werden, wie das von der Rückwand reflektierte Signal das Gebiet ABCD beschallt. Entsprechendes gilt für Positionen 2 bis 5. Selbstverständlich kann auch von der gleichen Prüfkopfposition nicht nur eine Prüfkopf,

sondern alle möglichen Prüffarten erzeugt werden. In dem beschriebenen Beispiel waren es  $-45^\circ$ ,  $0^\circ$  und  $+45^\circ$ . Die beschriebene Methode ist jedoch auch anwendbar für alle anderen möglichen Winkel im Bereich von  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$ .

Nachdem sämtliche gespeicherte Signale ausgewertet worden sind, erfolgt im Bereich ABCD eine Umwandlung der hochfrequenten Fehlersignale in Videosignale, d.h. in Intensitäten nach an sich bekannter Art. Das Ergebnis ist eine Intensitätsverteilung, die den Rand eines Werkstofffehlers exakt beschreibt. Aufgrund der beschriebenen Auswertung der hochfrequenten Signale ist die Fehlerbeschreibung automatisch verbunden mit einem lateralen und axialen Auflösungsvermögen von 1 Ultraschallwellenlänge.

Ebenfalls von Vorteil ist die Eigenschaft der hochfrequenten Signalmittelung, die dadurch entsteht, daß viele hochfrequente Signale in den entsprechenden Speicherplätzen aufaddiert werden, bevor sie zu Intensitäten umgewandelt werden. Hierdurch ist die beschriebene Methode nicht nur für schwach streuende Materialien, wie Ferrite, sondern auch für stark streuende bzw. absorbierende Materialien, wie Austenite, bzw. Gußmaterial, besonders geeignet.

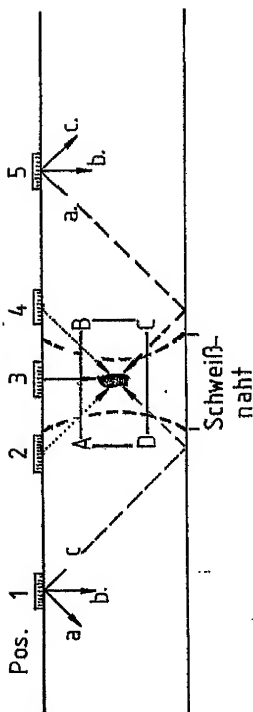
- 5 -  
- 7 -

Beschreibung der verfahrensgemäßen Vorrichtung anhand  
eines Ausführungsbeispiels.

Abb.1 : Prinzip der Rundumabtastung mittels getaktetem  
Array.

Nummer:  
 Int. Cl.³:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

32 36 017  
 G 01 N 29/04  
 28. September 1982  
 28. März 1984



| Position | Wellenart | Einschallrichtung | Rückwandreflektion |
|----------|-----------|-------------------|--------------------|
| 1        | trans.    | c. = + 45°        | ja                 |
| 2        | trans.    | c. = + 45°        | nein               |
| 3        | long.     | b. = 0°           | nein               |
| 4        | trans.    | a. = - 45°        | nein               |
| 5        | trans.    | a. = - 45°        | ja                 |

Abb.1